

PRECO: RED UNIVERSITARIA DE APRENDIZAJE SOBRE APLICACIÓN DE RECICLADOS

Eje 4: Hábitat e infraestructura

Wadel Gerardo¹

Pérez Angueira Luciana²

Giacomelli Fernando³

Scheffer Andrea⁴

Pascual Macías Germana⁵

¹ Fac. Reg. Trenque Lauquen, Univ. Tecnológica Nacional, Argentina, gerardo.wadel@gmail.com

² Fac. Reg. Trenque Lauquen, Univ. Tecnológica Nacional, Argentina, lucianaperezanguera@hotmail.com

³ Fac. Reg. Trenque Lauquen, Univ. Tecnológica Nacional, Argentina, fernandogiacomelli@hotmail.com

⁴ Fac. Reg. Trenque Lauquen, Univ. Tecnológica Nacional, Argentina, andrea.scheffer@hotmail.com

⁵ Dir. Prov. de Pol. Socio Educativa, DGCyE, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, g.pascualmacias@hotmail.com

RESUMEN

PRECO es el nombre de un Proyecto de la IX Convocatoria del Programa Redes Internacionales de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación, Argentina, cuyo objetivo es crear y poner en práctica experiencias colaborativas de desarrollo y aprendizaje entre universidades argentinas y españolas. Como parte del proyecto, alumnos y docentes de las universidades (a) Tecnológica Nacional (Facultad Regional Trenque Lauquen), (b) Nacional de La Plata (Facultad de Arquitectura y Urbanismo), por la parte argentina, así como (c) Ramon Llull (Escuela Técnica Superior de Arquitectura La Salle) y (d) Politécnica de Cataluña (Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona), por la parte española, han definido y llevado a cabo actividades de enseñanza complementarias. A partir de un proyecto de investigación y desarrollo sobre nuevos materiales con plástico reciclado desarrollado por (a), la institución (b) diseñó unas soluciones constructivas con aplicación en edificación, cuyas hipótesis de puesta en obra y mantenimiento fueron evaluadas por (c). La entidad (d), en estos momentos, realiza pruebas y ensayos de durabilidad sobre el material, cerrando el círculo de desarrollo, diseño, análisis y verificación a cargo, respectivamente, de los grupos de las cuatro universidades. Se realizaron clases en cada universidad y algunas conjuntas, desplazándose para ello los docentes e investigadores de distintos centros de Argentina y España que actuaron, a la vez, como transmisores del conocimiento adquirido, de las innovaciones producidas, del análisis



desarrollado y de las conclusiones a las que cada grupo ha ido arribando a lo largo del proceso. La experiencia, cuyo proyecto formal está terminando en estos momentos, ha permitido demostrar que el aprendizaje en red, mediante actividades complementarias y bajo distintos roles, potencia el interés en la innovación y la capacidad de creativa, a la vez que genera redes de colaboración que, como en este caso, han podido mantenerse y formular nuevos proyectos comunes.

PALABRAS CLAVE: RED - UNIVERSIDAD - APRENDIZAJE - RECICLADO - PLÁSTICO - PROYECTO

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El problema global del residuo plástico

Una de las formas más sencillas de comprender rápidamente la gravedad y la magnitud del problema del uso creciente de plástico en ciclo material abierto, esto es extrayendo materias primas no renovables y vertiendo residuos contaminantes, es observando lo que ocurre en los océanos. El UNEP, Programa Ambiental de las Naciones Unidas, calculó ya en 2006 que por cada milla cuadrada del Océano Pacífico había 46.000 piezas de plástico. Algunas estimaciones hablan de ocho millones de toneladas de plástico al año, lo que equivale a un camión de basura lleno por minuto, que acaban en el mar. Otras especies y los seres humanos, bebemos y comemos microplásticos que encontramos en todas las criaturas vivas, principalmente residuos de tereftalato de polietileno, polipropileno y polietileno, que son imposibles de destruir para los microorganismos, permaneciendo sin degradarse durante cientos de años.

El problema continúa si se mira en tierra firme: contaminación del aire por incineración o del suelo y el agua por su enterramiento (América del Sur), obturación de drenajes e inundación de campos de cría de ganado o cultivos de alimentos (África), ingesta y muerte por contaminación o inanición posterior de diversas especies de animales (Asia). Esto ha llevado a la aplicación de distintas políticas para paliar el uso y vertido de diversos productos de consumo masivo fabricados en plástico, como bolsas de compra, embalajes diversos, vajilla de usar y tirar, elementos de limpieza personal, etc. Por ejemplo, en Argentina se han prohibido las bolsas de compra general en supermercados, en Marruecos se impide su fabricación o comercialización, en otros países africanos no es posible utilizar ni transportar embalajes plásticos y en España, a pesar de diversas acciones que fomentan la eliminación del plástico en usos efímeros, las cantidades finales no bajan porque, por ejemplo, mientras desaparecen las bolsas grandes aumentan los embalajes de los productos.

Se imponen otras acciones complementarias. Primero, para mejorar la salud e impedir que los plásticos sigan llegando al agua y a la cadena alimentaria, así como contaminando el medio y consumiendo recursos no renovables. Y, segundo, para fomentar la economía circular. La industria y la gestión pública pueden tener un papel de líder en nuevas tecnologías y materiales, disminuyendo la extracción de materias primas no renovables y la emisión de residuos contaminantes.

1.2 El problema municipal del residuo plástico

La ciudad de Trenque Lauquen gestiona sus residuos sólidos urbanos directamente, a través de su municipio y mediante el Programa PROLIM, pionero en concientización social, así como en la



eficiencia en la separación, compostaje y reciclaje. Gran parte de los residuos inorgánicos (papel y cartón, vidrio, plásticos varios, metales, etc.) consigue ser valorizada mediante su recuperación y venta. Otro tanto ocurre con los residuos orgánicos, reconvertidos en tierras de abono. Todo ello se realiza en instalaciones municipales y con personal propio. Una de las fracciones que, si bien se consigue separar, no ha sido posible reutilizar hasta ahora es el polietileno de baja densidad (PEBD) y otros plásticos, proveniente mayormente de bolsas y films de embalajes. Estos residuos (Figs. 1 y 2), mezclados con restos orgánicos, presentan un elevado volumen y durante un tiempo se acopiaban, por lo que existe un cierto stock.



Fig. 1: PROLIM, separación de la fracción plástico film



Fig 2: PROLIM, detalle de la fracción plástico film

Actualmente son enterrados prácticamente sin tratamiento ni protección del suelo. Se trata de materiales con un flujo de generación que se prevé constante y que presenta dos problemas: no se reaprovecha y contamina el medio. La situación de Trenque Lauquen se repite en otros municipios de la zona (9 de Julio, Bolívar, etc.) así como en el resto del país.

1.3 Una propuesta de cambio sobre cómo actuar

El polietileno de baja densidad, aun conteniendo residuos orgánicos y restos de otros plásticos, puede reciclarse en un material de menor calidad técnica, un tipo de plástico heterogéneo y de bajas prestaciones respecto de la materia que le da origen, aplicables a usos que no supongan elevadas calidades sanitarias, mecánicas, térmicas, etc. (figs. 3 y 4).



Fig. 3: Triturado de restos de polietileno (imagen Zicla)



Fig 4: Perfiles de polietileno reciclado

Este plástico reciclado se obtiene a partir de la fracción de los residuos sólidos urbanos conformada por bolsas y films, que, una vez separados de otros materiales y lavados, son fundidas para obtener un primer compuesto de plásticos varios aglomerados que, posteriormente, dará lugar a una nueva fusión de perfiles o listones aplicables, por ejemplo, a pavimentos y



mobiliario urbano no sometidos a exigencias técnicas importantes. Dada esta experiencia, se aprovecha el conocimiento y tecnología existentes, tanto a nivel nacional como internacional, para desarrollar en Trenque Lauquen y en el marco del PROLIM, un sistema de reciclaje propio y adecuado a la realidad local, de restos de PEBD y otros plásticos que actualmente no se reciclan.

1.4 Los proyectos universitarios MAPER y PRECO

Actualmente, el desarrollo de la tecnología de reciclaje para residuos sólidos urbanos plásticos sin aprovechamiento y sus posibilidades de aplicación en equipamiento urbano y construcción de edificios, se lleva adelante mediante la acción complementaria de dos iniciativas.

El primero de ellos es el Proyecto de Investigación y Desarrollo Requerido (PID-R) MAPER, Material a partir de Polietileno Reciclado (código MSRENTL0003571), financiado por la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional y requerido por la Municipalidad de Trenque Lauquen, que lleva adelante un equipo de investigación de la Facultad Regional Trenque Lauquen integrado por los autores de este artículo.

El segundo es el Proyecto del Programa Fortalecimiento de Redes Internacionales (IX Convocatoria) PRECO, Plásticos Reciclados de Residuos Sólidos Urbanos en la Construcción (número 46-146-283), financiado por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación, que llevan adelante cuatro instituciones universitarias. La Facultad Regional Trenque Lauquen de la U. Tecnológica Nacional, proporcionando el conocimiento técnico sobre el material, y la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la U. Nacional de La Plata, diseñando soluciones constructivas, por Argentina. Y la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de La Salle de la U. Ramon Llull, evaluando la puesta en obra de las soluciones, así como la Escuela Politécnica Superior de Edificación de la U. Politécnica de Cataluña, evaluando características técnicas del material, por España.

1.5 Gobernanza, acciones con la comunidad

Ambos proyectos se llevan adelante no solo desde una visión técnica, sino también intentando una vinculación con la comunidad, bajo un doble objetivo. Por una parte, entender las necesidades planteadas por los vecinos (en las reuniones previas a la formulación de MAPER) y por el otro hacerlos partícipes del desarrollo futuro mediante acciones formativas, divulgativas o de consulta.

En tal sentido, se llevaron a cabo algunas acciones con escuelas de educación primaria. Con el Instituto América de la localidad de Rivadavia, por ejemplo, se realizó una charla sobre plásticos y su reciclado para alumnos de 6to grado. Hubo un intercambio de ideas con los alumnos y sus docentes y se les ofreció asesoría orientada a su participación en el programa Feria de Ciencia con un proyecto orientado al reciclado. El fortalecimiento de los lazos con la sociedad, desde el ámbito educativo, busca una mayor concientización respecto al reciclado de polietileno y otros materiales, llevando el tema, el conocimiento y los ejemplos al aula. Los niños desempeñan un rol importante en sus familias, difundiendo el conocimiento, y en la sociedad futura, como ciudadanos con otros hábitos.

Al mismo tiempo se desarrolló una encuesta orientada a investigadores, profesionales especializados y funcionarios municipales, para conocer la demanda de productos de plástico reciclado para equipamiento urbano en la ciudad de Trenque Lauquen, difundida a través de una



plataforma virtual y en redes sociales. Y se entrevistó al Ing. Miguel Bulián, Secretario de Planeamiento, Obras y Servicios Públicos de la Municipalidad de Trenque Lauquen, quien ofreció orientación al respecto.

2. DESARROLLO

2.1 Objetivos

El objetivo general es evaluar la posible utilización de plásticos reciclados provenientes de RSU en la construcción de edificios, en componentes constructivos no sometidos a grandes solicitaciones estructurales ni con requerimientos técnicos importantes, dadas las limitaciones del material a utilizar.

Los objetivos específicos son generar una red de colaboración académica entre las instituciones participantes que pueda tener proyección más allá de este proyecto, realizar actividades que pongan en contacto a docentes-investigadores y estudiantes de universidades argentinas y españolas con conocimientos complementarios, ampliar el potencial de aplicación del material a desarrollar en el proyecto MAPER y generar publicaciones que permitan poner el conocimiento desarrollado al alcance de otros técnicos, otras instituciones y profesionales interesados en la reducción del impacto ambiental de la construcción.

2.2 Metodología y plan de trabajo

Se trata, partiendo de la investigación y desarrollo del proyecto MAPER sobre plástico reciclado a partir de film de polietileno y otros polímeros de residuos sólidos urbanos, de estudiar la posibilidad de utilizar ese material reciclado en aplicaciones de la construcción de edificios (MAPER lo hace en equipamiento urbano). Dado que los residuos a partir de los cuales se fabricará este plástico reciclado, son abundantes y no se valorizan, en la mayoría de los municipios argentinos, se ha creído oportuno ampliar su horizonte de productos y usos posibles.

Para ello, y dado que la investigación que se propone supone una cierta complejidad, se ha puesto en contacto a personas y conocimientos de cuatro facultades o escuelas de universidades argentinas y españolas (FRTL-UTN, FAU-UNLP, LS-URL y EPSEB-UPC) con capacidad instalada y experiencia en: desarrollo de materiales (FRTL-UTN), diseño de soluciones constructivas (FAU-UNLP), evaluación de puesta en obra (LS-URL) y ensayos técnicos (EPSEB-UPC). Esto permitió, teniendo en cuenta que los recursos y el tiempo que se disponían son limitados, realizar tareas encadenadas (Fig. 5) y llegar a obtener unos resultados útiles para el sector de la construcción.

- FRTL-UTN es la institución convocante, contraparte económica y dirección del proyecto. Aporta, además, el objeto base para la investigación, que es desarrollo del plástico reciclado en forma de perfiles extruidos que, a los efectos de muestras y ensayos, podrá disponerse gracias al aporte de empresas fabricantes.

- FAU-UNLP desarrolla las posibles aplicaciones constructivas genéricas, de perfiles de plástico reciclado, para obras de construcción o rehabilitación de edificios, para lo cual se realizan una serie de detalles constructivos y memorias técnicas.

- LS-URL realiza una evaluación de puesta en obra, en base a una hipótesis de instalación, y de durabilidad y mantenimiento, en base a muestras instaladas en situaciones similares a las reales.



- EPSEB-UPC realiza, sobre probetas del material similar al que podría fabricarse en Argentina, que facilitarán las empresas españolas Zicla y Solteco, ensayos de comportamiento y calidad que permitirán validar o reformular las aplicaciones constructivas genéricas.
- TODOS, bajo coordinación FRTL-UTN, realizan la evaluación de la investigación, proponen ideas/planes para la continuidad de las experiencias y el fortalecimiento de la red, y desarrollan el material a ser publicado.

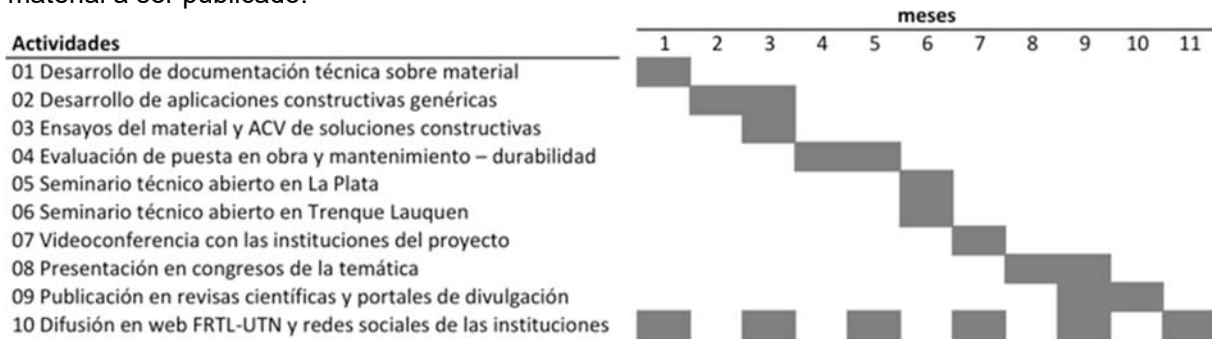


Fig. 5 Cronograma del plan de trabajo del proyecto PRECO

2.3 Actividades realizadas, Argentina

El Taller Vertical de Procesos Constructivos I-II-III N° 3 Lafalce – Larroque - García Zúñiga (FAU-UNLP) desarrolló un trabajo práctico de integración vertical, TPV, integrando alumnos de los tres niveles, correspondientes a 2do, 3ro y 4to año de la carrera, que llevó a cabo la investigación y el diseño de elementos y componentes para la construcción. Las posibles aplicaciones constructivas genéricas, basadas en información técnica y perfiles de plástico reciclado fabricados por la empresa Solteco en España, para obras de construcción o rehabilitación de edificios, se documentaron mediante detalles constructivos y memorias técnicas llevados adelante por los alumnos y docentes del taller vertical. Así se pudo componer un primer catálogo de eventuales usos del material en la construcción, a la vez que se elaboró la documentación para que LS-URL pudiera analizar las soluciones constructivas. Se conformaron grupos con alumnos y docentes de los tres niveles, los últimos coordinaron la integración y profundización de objetivos.

El seguimiento de la actividad, mediante encuestas semanales realizadas por los docentes, permitió hacer la retroalimentación de contenidos y experiencias clase a clase. Los docentes tuvieron presente no aportar soluciones terminadas ni recetas, sino plantear interrogantes sobre las propuestas o consultas que los estudiantes formulaban. Se intentó incentivarlos en la búsqueda de resoluciones superadoras de su idea, tomando a la misma como base de una nueva. Se trabajó la idea de que hay que llegar a un producto terminado y que el mismo debe tener un desarrollo tal que pueda llegar a construirse, en lo que ayudó la elaboración de maqueta de estudio a una escala suficiente como para representar la complejidad de la ejecución de la solución constructiva.

2.3 Actividades realizadas, España

La cátedra de las asignaturas Equipos y medios auxiliares de obras y Organización y control de obras, parte Seguimiento de Obras, de los profesores Artés y Wadel (LS-URL) realizó un ejercicio de análisis crítico del sistema constructivo, puesta en obra y mantenimiento de las soluciones constructivas desarrolladas en la FAU-UNLP. Cada equipo formado por dos alumnos de los cursos segundo y tercero del Grado en Arquitectura Técnica y Edificación, con apoyo y



coordinación docente, analizó la aplicación de una propuesta seleccionada entre las muchas desarrolladas por los alumnos de la FAU-UNLP. El análisis debía dar respuesta, como mínimo, a los siguientes contenidos: 1) sistema constructivo: viabilidad constructiva (mecanización de perfiles, lógica de ensamblado, tipos de uniones, herrajes empleados...) y disponibilidad de materiales (tipos de perfiles, dimensiones de sección y largo, colores disponibles, texturas adecuadas, otros aspectos de los acabados...); 2. puesta en obra: carga y descarga (equipos necesarios, proceso de izado, peso involucrado...), transporte (vehículos disponibles, disposición de cargas...) y montaje (procesos, herramientas, personal, apuntalamientos provisionales, practicidad de ejecución...); 3) comportamiento en uso: funcionamiento estructural (respuesta a cargas temporales o permanentes, posibles deformaciones y concentración de tensiones...) y posibles patologías (acción de la humedad, concentración de tensiones, degradación del material, ataque químico...); 4. mantenimiento y durabilidad: conservación de la forma (acción de los cambios de temperatura, de las cargas de uso y del clima, del envejecimiento del material), conservación del aspecto (cambios que pueden producirse en el color, la textura, la forma, a partir del uso y los agentes atmosféricos...) y reposición.

El trabajo se realizó a lo largo de tres clases semanales de dos horas cada una, más la elaboración de la documentación de la entrega en láminas A3. El apoyo docente consistió sobretodo en la comprensión de un material, los perfiles de plástico reciclado, desconocido en el sector de la construcción y por tanto también para los alumnos, así como en el planteamiento de las situaciones que podrían producirse en la puesta en obra, mantenimiento y vida útil de las soluciones constructivas planteadas. Aparecieron así observaciones interesantes acerca del proceso de fabricación, la carga, transporte y descarga, el proceso y medios de puesta en obra, el comportamiento estructural, las hipótesis de afectación a partir de la acción de los agentes climáticos, cómo se llevarían a cabo las tareas de mantenimiento y reposición, etc., que pusieron en crisis algunos planteamientos y permitieron, tal como se pretendía, hacer una retroalimentación entre lo hecho por parte de las dos escuelas, la argentina y la española, en el desarrollo y análisis de las soluciones creadas.

2.4 Resultados alcanzados

De los trabajos realizados en la FAU-UNLP se ha seleccionado una pequeña muestra de aplicaciones sobre sistemas de parasoles verticales orientables (Fig. 6 y 7) y construcciones para espacios abiertos que no necesitan cumplir con las condiciones de habitabilidad (Fig. 8 y 9).

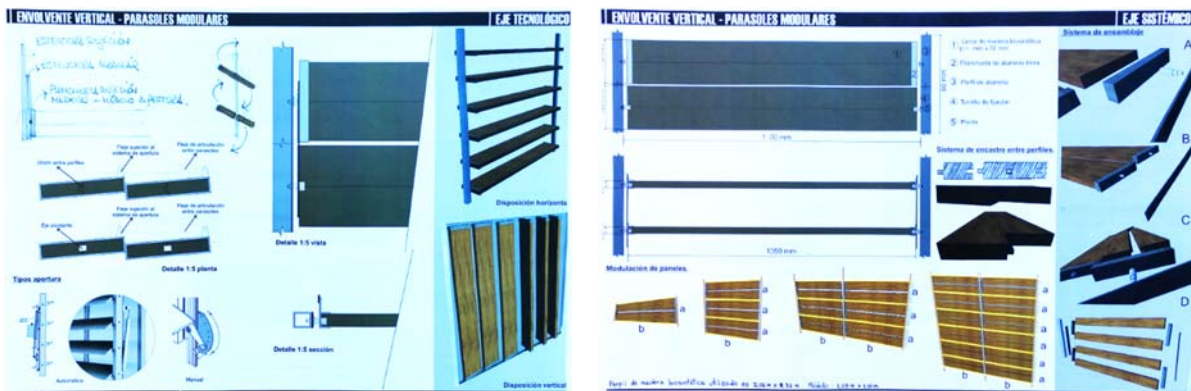


Fig. 6 y 7: Sistemas de parasoles verticales orientables, desarrollados por alumnos y docentes de la FAU-UNLP



La mayoría de los trabajos incluyó la realización de maquetas de estudio, a escala 1:20, con las cuales se pudo analizar el proceso de montaje de las soluciones constructivas.

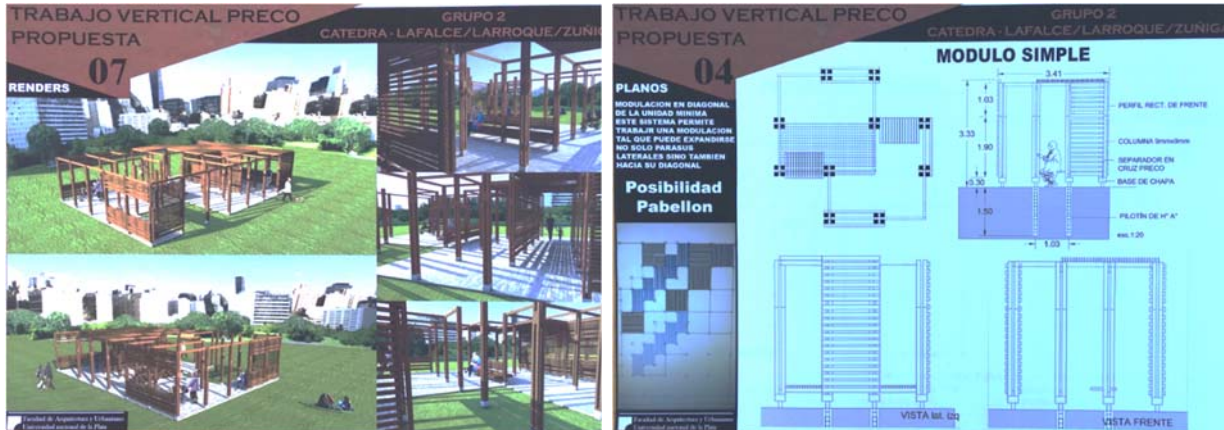


Fig. 8 y 9: Construcciones para espacios abiertos, desarrollados por alumnos y docentes de la FAU-UNLP

De los trabajos realizados en LS-URL, menos numerosos debido a una cantidad también menor de alumnos en esa escuela, también se ha seleccionado una muestra que corresponde al análisis de soluciones constructivas de construcciones en espacios abiertos (Fig. 10 y 11) y de sistemas de parasoles (Fig. 12 y 13), aunque se trata de trabajos distintos de los anteriores.

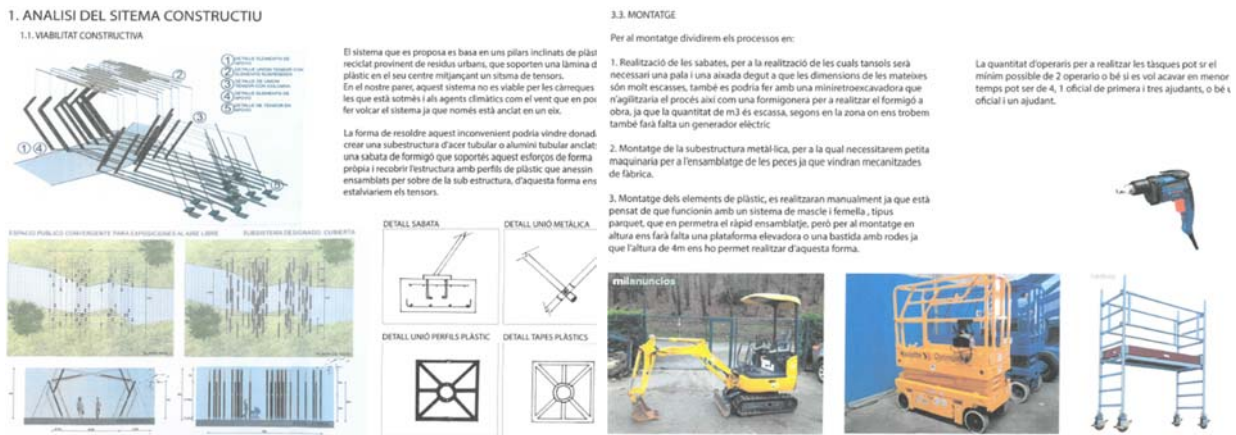


Fig. 10 y 11: Análisis de construcciones en espacios exteriores, desarrollado por alumnos y docentes de la LS-URL

Los alumnos de ambas escuelas tuvieron la oportunidad de conocer los trabajos y las conclusiones de ambas instituciones, gracias a la realización de actividades de puesta en común y difusión de los resultados llevadas a cabo en la FAU-UNLP y en LS-URL, así como también en la FRTL-UTN, en una sesión especial que el equipo de investigación del proyecto MAPER brindó a alumnos y docentes.

Esta devolución de resultados cruzada, en instituciones de Argentina y España, permitió a los equipos docentes y a los alumnos no solo completar la experiencia y acceder a los resultados comentados de su trabajo, sino que aportó una comprobación necesaria acerca del funcionamiento de la red de universidades que se había propuesto el ejercicio común.



etc., diferentes. El proyecto PRECO, que hace eje en la docencia, se complementa así con el proyecto MAPER, cuya actividad principal es la investigación y desarrollo.

- La complementariedad de los enfoques y mejora los resultados. Las cuatro instituciones participantes, encargadas respectivamente de a) el desarrollo de la tecnología, b) la creación de soluciones constructivas nuevas, c) el análisis crítico de la puesta en obra y mantenimiento de las mismas y d) los ensayos técnicos de características de los materiales (por ejecutar) han podido, a la vez, hacer su parte del trabajo y nutrirse de los aportes de los otros miembros en un tiempo menor y abordando una complejidad mayor que la que hubieran alcanzado trabajando de forma aislada.

- Ha sido posible crear, desarrollar y analizar las aplicaciones nuevas del material. Hasta ahora el material obtenido del reciclado de plásticos no valorizados provenientes de residuos sólidos urbanos era destinado a productos de equipamiento urbano, como bancos, cercos y papeleras. Haber planteado un ensanche del campo de utilización, con miras a componentes constructivos de usos no estructurales y requerimientos simples, como por ejemplo las construcciones no habitables, las tarimas transitables, los sistemas de protección solar, etc., abre un nuevo panorama de aplicación que puede ayudar, de confirmarse la viabilidad técnica y económica de las soluciones constructivas en etapa de explotación comercial, a su desarrollo en el futuro.

- Se ha alcanzado cierta continuidad de la red creada. La mayoría de las instituciones que han participado en el proyecto PRECO se encuentran reunidas, junto con otras nuevas, en Proyecto de Investigación y Desarrollo SEMA (Sistema de Edificación Modular Avanzada) presentado a la secta convocatoria binacional Argentina – España del programa Iberoeka, habiendo alcanzado la aprobación en Fase I internacional y previniéndose para los próximos meses la presentación a Fase II nacional que, de resultar aprobada, supondrá la puesta en marcha del proyecto de creación de un nuevo sistema constructivo industrializado basado en módulos de tres dimensiones fabricados en taller, con aplicación en ambos países.

BIBLIOGRAFÍA

Abbing, M. (2018). *Plastic Soup Atlas of the World Plastic Soup Foundation y LIAS publishing house. Amsterdam* (Holanda) ISBN-10: 9088030960, ISBN-13: 978-9088030963.

Catálogo general de productos y fichas técnicas de materiales Solteco Madera plástica, recuperados en mayo de 2018 en <http://solteco.es/concept>

Encuesta on-line de estimación de la demanda de productos de equipamiento urbano que podrían fabricarse con plástico reciclado en Trenque Lauquen <https://es.surveymonkey.com/r/FNWH9QP>

Planta de Procesamiento (PROLIM) de residuos sólidos urbanos de la Municipalidad de Trenque Lauquen <https://www.trenquelauquen.gov.ar/ecotrenque/prolim/>

Taller Vertical de Procesos Constructivos No 3 Lafalce-Larroque-García Zúñiga, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, U. Nacional de La Plata <https://procesosconstructivos123.wordpress.com/>